Japanese Unexamined Patent Publication No. 9-064446 (published on March 7, 1997)

### Omitted

[0014]

### [EMBODIMENTS OF THE INVENTION]

There will be described in detail the present invention by embodiments as below.

### (THE EMBODIMENT 1)

FIG.1 is a diagram for explaining an optical amplifier and an optical amplification apparatus of the present invention. An optical amplifier 10 includes a rare-earth element doped fiber 11 having a function of amplifying an optical signal, a pump light source 12 which oscillates optical output that causes an inverted population in an electronic level of a rare-earth element in the rare-earth element doped fiber 11, and a wavelength division optical multiplexer/demultiplexer 13 multiplexing the optical output of this pump light source 12 to the rare-earth element doped fiber 11.

## [0015]

The optical amplifier 10 of the present invention is characterized of including an optical circulator 14 having 3-ports on an optical output side of the rare-earth element doped fiber 11 to prevent optical oscillation. That is, the output side of the rare-earth element doped fiber 11 is connected to a first port 14A of the optical circulator 14. A second port 14B of the optical circulator 14 is connected to an optical fiber cable 18 via optical connectors 15 and 16. A third port 14C of the optical circulator 14 is connected to a light receiver 19.

### [0016]

FIG.2 is a diagram for explaining the optical circulator 14 used in the present embodiment. An optical signal input to the first port 14A of the optical circulator 14 is output from a polarized beam splitter 20F being the second port 14B, via a polarized beam splitter 20A, a faraday rotator 20B, a crystal optical rotator 20C, and a prism 20D. Moreover, an optical signal input to the second port 14B being the polarized beam splitter 20F is output from an output end of the polarized beam splitter 20A being the third port

		กัง	•
			•
- 4-			•
	/ <del>*</del>		
	<i>y</i> •		
•			
	•		
¥:	÷=		

14C, via the crystal optical rotator 20C, the faraday rotator 20B, and the prism 20D. This optical circulator 14 having 3-ports has a function as an optical isolator between the first port and the second port and between the second port and the third port.

# [0017]

There will be described based on FIG.3 a difference of a light receiving level of the light receiver 19 between the case where a conventional optical multiplexer/demultiplexer 52 of 1:99 is used and the case where the optical circulator 14 is used, in the case where the optical connectors 15 and 16 are detached from each other so that an optical output of +10dBm is emitted into space from the optical connector 15, in the above optical amplifier 10. FIG.3 shows output current characteristics of the light receiver 19 composed of a typical photodiode, and it is understood from this figure that when the optical circulator 14 is used, it is possible to take out from the light receiver 19, an output current which is about one hundred times as high as that when the conventional optical multiplexer/demultiplexer 52 of 1:99 is used.

### [0018]

As described above, an optical multiplexer/demultiplexer and an optical isolator can be omitted by using the optical circulator 14. As a result, a configuration of the optical amplifier can be simplified, and an economical cost burden of optical parts can be reduced. Moreover, the problems such as a using the branching loss which has occurred by optical multiplexer/demultiplexer, an excess loss involved in the optical multiplexer/demultiplexer, a connecting loss which has occurred when connecting the optical multiplexer demultiplexer to other optical parts and the optical fiber, and the like can be solved. Further, 30 is a control circuit of the pump light source 12 in FIG.1. This control circuit 30 detects a return light of the optical fiber cable 18 connected to the second port 14B of the optical circulator 14 at the light receiver 19, and then, when a value thereof exceeds a predetermined value, stops the oscillation of the pump light source 12.

				** ·
		<u>:</u>		
				·
			· ·	
	•			
			•	
•			© C	

**€** ধ 盂 华 (12) 公開 (19)日本国格許庁 (JP)

(11) 希許丑賢公別命与

**特開平9-64446** 

(43)公開日 平成9年(1997)3月7日

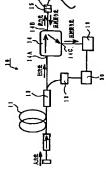
技術表示箇所						一個ない   10mm   10mm
	2		∢	Ġ		(4 F F F
						5
				3/00	3/07	の相の日本
FI	H01S	G02B		H01S		2
_	Ħ	G		Ξ		+
广内数型器导						中接收益
<b>数</b> 别記号						
	3/10	6/42	82/12	3/00	3/07	
(51) Int CL.	H01S	G02B		H01S		

(22) 出頭目 平成7年(1995) 8 月55日 東京都千代田区丸の内2丁目6巻1号 (72) 現明者 福島 大 東京都千代田区丸の内2丁目6巻1号 7 南電気工業株式会社内 (72) 発明者 大協 春暮 東京都千代田区丸の内2丁目6巻1号 7 同電気工業株式会社内 河電気工業株式会社内	(21)出版器号	<b>徐郎平7</b> —217372	(71) 出版人 00005290	062500000
平成7年(1995) 8 月 25日 (72) 発明者 福島 大 東京都千代田区丸の内 2 丁目6 番1 号 育電気工業株式会社内 (72) 発明者 大陆 巻暮 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番1 号 東京都千代田区丸の内 2 丁目 6 番1 号				古河電気工業株式会社
福島 大 東京衛子代田区九の内2丁目6番1号 荷電気工業株式会社内 大陸 春暮 東京都子代田区九の内2丁目6番1号 河電気工業株式会社内	(22) 出題日	平成7年(1995)8月25日		東京都千代田区丸の内2丁目6番1号
東京都千代田区九の内 2.丁目 6 者 1 号 阿電気工業株式会社内 大郎 春苺 東京都千代田区九の内 2.丁目 6 春 1 号 阿電気工業株式会社内	-		(72) 発明者	福島 大
河電気工業株式会社内 大郎 春苺 東京都千代田区九の内2丁目6巻1号 河電気工業株式会社内				東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
大路 香莓 東京都千代田区九の内2丁目6書1号 阿電気工業株式会社内				阿德风工業株式会社内
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 1 河電気工業株式会社内			(72) 発明者	大郎 春暮
四個 使工業株式会社内				東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
				阿鲁姆工業株式会社内
_				

# (54) 【発明の名称】 光松橋路とそれを用いた光松橋投置

【戦題】 光台分波器神入損失を少なくし、コストをダ ウンを可能にした光増幅器とそれを用いた光増幅装置を (格正有) 歴供する.

ト14Aに入射された信号光を光サーキュレータ14の 加光ファイバ11と、この光ファイバ11中の希土類元 【解決手段】 光信号を増幅する機能を有する希土類語 その光出力を希土類添加光ファイバ11に注入する光合 添加光ファイバ11で増幅された信号光を光サーキュレ -タ14の第1のボート14AK入射させ、第1のボー **幕2のポート14Bに出力し、第2のポート14Bに入 おした光を光サーキュレータ14の第3のボート14C** に出力して、光サーキュレータ14の第3のポート14 分波器13を有し、希土粗器加光ファイバ11の出力側 **に3ポートの光サーキュレータ14を配置して、希土類** 素の電子準位に反転分布を生成させる励起光徴12と. Cに出力した分岐光を受光器19で検知する。



**料させ、前配第1のポートに入射された信号光を前配光** る励起光頌と、この励起光頌の光出力を前記希土類添加 光ファイバに合彼する光合分波器を有し、前記希土類都 ワータを配置して、前記令土類添加光ファイバの増幅さ サーキュレータの第2のボートに出力し、前配第2のボ ートに入射した光を前記光サーキュレータの第3のボー トに出力して、前記光サーキュレータの第3のポートに 出力した分岐光を受光器で検知することを特徴とする光 「請求項1] 光信号を増幅する機能を有する希土類語 11光ファイバと、前記希土類添加光ファイバ中の希土類 元素の電子準位に反転分布を生成させる光出力を発版す **加光ファイバの信号光の出力側に3ポートの光サーキュ** れた信号光を前記光サーキュレータの第1のボートに入 **物料数状の衛囲** 

光ファイバに合波する光合分波器を有し、前記希土類部 戻り光を受光器で検知して、前記受光器で検知した前記 加光ファイバと、前記希土類添加光ファイバ中の希土類 る励起光쟁と、この励起光쟁の光出力を前記希土類添加 レータを配置して、前記令土類添加光ファイバで増幅さ 財させ、前記第1のポートに入射された信号光を前記光 サーキュレータの第2のポートに接続された光ファイバ に出力して、煎配光サーキュワータの第3のボートに出 力した前記第2のボートに接続された光ファイバ模路の 光ファイバ御路の戻り光が所定の値を超えたときは、前 記励起光弧の発振を停止させることを特徴とする光増幅 【請求項2】 光信号を増幅する機能を有する希土類部 元素の電子準位に反転分布を生成させる光出力を発振す 加光ファイバの信号光の出力側に3ボートの光サーキュ れた信号光を前記光サーキュレータの第1のボートに入 **根路に出力し、前記第2のボートに接続された光ファイ パ製路の戻り光を前記光サーキュレータの第3のボート** 

、発明の詳細な説明】

(0001)

バ袋路に接続されているかどうかを検知できる光増幅器 (発明の属する技術分野] 本発明は、希土類添加光ファ / パを用いた光増幅器とそれを用いた光増幅装置に関す るもので、特に光増幅器からの出力光が正しく光ファイ とそれを用いた光増幅装置に関するものである。 (従来の技術] 一般に希土類添加光ファイバを用いた光 **竹幅器から出力される光は人間の不可視領域の波長であ** り、かつその光パワーは大きい。したがって、光増倡器 の出力光がそのまま外気に放出された場合、大きなパワ **一の光ピームが空間に放出されることになり、人体に損** 協を及ぼす危険がある。例えば、光増幅器の光出力端の 光コネクタの外れ、光ファイバ鎮路中の光コネクタの外 れ、光ファイバ樟路の切断等により光増幅器の出力光が

**が謀じられている。例えば、光増幅器の出力側の光コネ** クタねよび光出力塩に接続される光ファイバ線路からの **反射戻り光を検知し、それをもとに光増幅器の出力光が** 空間に放出さていないかを検知する機能を光増幅器に付 加することが一般に行われている。

**梅照平9-6446** 

3

光学的な発振防止のために希土類添加光ファイバ110 [0003]図5に光増幅器の光出力が空間に放出され 1中の希土類元素の電子準位に反転分布を生成させる光 ているかどうかを検知する機能を有する光増幅器50を 示す。光増幅器50は、光信号を増幅する機能を有する 帝土類添加光ファイバ11と、希土類添加光ファイバ1 出力を発掘する励起光頌12と、との励起光頌12の光 出力を希土類添加光ファイバ11に合波する波長多重光 光入力側、光出力側に光アインレータ17、51を挿入 **台分波器13を有している。また、通常、光増幅器は、** 2

51の外側に設けられた光台分波器52と受光器19に より行われる。図5において15、16は光増幅器50 【0004】光増幅器50の光出力が空間に放出されて いないかを被知する機能は、光出力倒の光アイソレータ と光ファイバ鎮路18を接続する光コネクタである。 することが行われる。 2

[0005]上記のように構成された光増幅器50にお **いて、例えば光ファイバ模路18の光コネクタ16が光** 質情器50の出力端の光コネクタ15から外れた場合に ついて説明する。光コネクタ16が光コネクタ15から 外れると光コネクタ15の補助で光増幅器50の出力光 9を用いて検知を行う。一般に光コネクタと大気間の反 の反射光が発生する。この反射戻り光を光合分波器52 により取り出し、フォトダイオード等よりなる受光器1 射域疫量は14.5d階度であるので、+10dBmの光が空間に 牧出される場合、4.5cbm の反射戻り光がある。

8

を挿入しているので、光合分波器52の分波による分歧 り光合分波器52に内包している過剰損失および光合分 えられるが、例えば光ファイバ融着型の光合分波器の場 【発明が解決しようとする課題】上記のように、光増幅 器50は、反射戻り光を取り出すために光合分波器52 頃が生じる。また、光合分波器52を挿入することによ **数器52と他の光部品や光ファイバを接続する際に生じ** る接続損等が希土類添加光ファイバ11からの出力光に 損失として付加されることになる。光合分波器52の分 **妓損を小さくするためには分岐比を大きくすることが考** 合は分岐比を大きくすると、光信号の偏波に対する損失 [0000]

\$

(0002)

くくなるという問題がある。さらに、光合分波器52の 【0007】また分岐される光信号の波長平坦性が得に み彼比を大きくすると、受光器19倒に分岐される反射 戻り光の光パワーが小さくなる。したがって、受光器1 9は光合分波器52の分岐比が大きくなるにしたがい、 の依存性が大きくなる。

より小さな光を被出しなければならなくなる。一般にフ

ន

空間に放出されることがあるのでこれを防ぐための対策

【0008】本発明は上記の課題を解決し、光合分波器 が付加されることにより生じていた分岐損、光合分波器 た光増幅器とそれを用いた光増幅装置を提供することを に内包している過剰損失および光合分波器と他の光部品 や光ファイバを接続する際に生じる接続損等が少なくな り、光増偏器にかかる経済的なコストダウンを可能にし 目的とするものである。

[0000]

[課題を解決するための手段] 本発明は上記の課題を解 決するために以下のような手段を有している。 2

8 ポートに出力し、前記第2のポートに入射した光を前記 [0010]本発明の請求項1の光増幅器は、光信号を 布を生成させる光出力を発振する励起光滅と、この励起 光源の光出力を前記希土類添加光ファイバに合彼する光 ーキュレータの第3のポートに出力した分岐光を受光器 増幅する機能を有する希土類添加光ファイバと、前記希 土類添加光ファイバ中の希土類元素の電子準位に反転分 台分波器を有し、前記希土類添加光ファイバの信号光の 出力側に 3 ポートの光サーキュレータを配置して、前記 トに入射された信号光を前記光サーキュレータの第2の 光サーキュレータの第3のポートに出力して、前配光サ 帝土類添加光ファイバで増幅された信号光を前記光サー キュレータの第1のボートに入射させ、前記第1のボー で検知することを特徴とする。

8 **母光源の光出力を前記希土類添加光ファイバに合波する** の出力側に3ポートの光サーキュレータを配置して、前 【0011】本発明の請求項2の光増幅装置は、光信号 を増幅する機能を有する帝土類添加光ファイバと、前記 帝土類添加光ファイバ中の希土類元素の電子準位に反転 光合分波器を有し、前記希土類添加光ファイバの信号光 ーキュレータの第1のボートに入射させ、前記第1のボ 2のボートに接続された光ファイバ線路の戻り光を前記 分布を生成させる光出力を発振する励起光源と、この励 配希土類添加光ファイバで増幅された信号光を前記光サ ートに入射された信号光を前記光サーキュレータの第2 のポートに接続された光ファイバ線路に出力し、前記算 光サーキュレータの第3のポートに出力して、前記光サ トに接続された光ファイバ根路の戻り光を受光器で検知 して、前記受光器で検知した前記光ファイバ線路の戻り **ーキュレータの第3のボートに出力した前記第2のボー** 

止させることを特徴とする。

ァイバで増幅された信号光を光サーキュレータの第1の ト間は光アイソレータとしての機能を持つもので、1個 ーキュレータを配置することによって、希土類添加光フ 光サーキュレータの第2のボートに出力し、第2のボー トに入射した光を光サーキュレータの第3のボートに出 **核光を受光器で検知するものである。 ここで、第1のボ ート-第2のボート間ねよび第2のボート-第3のボー** 光合波分波器を2個用いた場合と同等の機能を実現した 【0012】本発明の光増幅器および光増幅装置は、希 土類添加光ファイバの信号光の出力側に3 ポートの光サ ポートに入射させ、第1のポートに入射された信号光を 力して、光サーキュレータの第3のボートに出力した分 の3 ポートの光サーキュレータにより光アインレータと ものである。

よび光台分波器と他の光部品や光ファイバを接続する際 【0013】したがって、1個分の光部品の削減となり コストダウンとともに光合分波器を用いることにより生 じていた分岐損、光合分波器に内包している過剰損失お に生じる接続損等がその分少なくなる。また、一般的に 各ポート間の損失は、1.2dB 程度が得られている。例え ば本発明の光増幅器によれば第2のボートー第3のボー ト間の損失は1.2dg であるので、例えば従来の光合波分 5 倍程度の光パワーが受光器に入射することになる。こ れにより、受光駆度や量子効率が劣るフォトダイオード を用いても、所望の電気信号を取り出すことが可能であ るとなるのでその分類気回路のコストダウンが可能とな 波器が1:990光台分波器を用いた場合に比較して、約7

[発明の実施の形態] 以下に本発明を実施の形態により 詳細に説明する。 [0014]

土類添加光ファイバ11中の希土類元素の電子準位に反 (実施の形態1)図1は、本発明の光増幅器および光増 増幅する機能を有する希土類添加光ファイバ11と、希 相装置を示す説明図である。光増幅器10は、光信号を この励起光頌12の光出力を帝士類添加光ファイバ11 転分布を生成させる光出力を発振する励起光源12と、 に合彼する彼長多重光合分波器13を有している。

に3ポートの光サーキュレータ14を有している点にあ 【0015】本発明の光増幅器10の特徴は、光学的な 発振防止のために希土類添加光ファイバ11の光出力側 光サーキュレータ14の第1のボート14Aに接続され ている。光サーキュレータ14の第2のボート14Bに は、光コネクタ15、16を介して光ファイバ模路18 が接続されている。光サーキュレータ14の第3のポー る。すなわち、希土類添加光ファイバ11の出力側は、 ト146には、受光器19が接続されている。

[0018]図2は本実施の形態で用いられる光サーキ ュレータ14の説明図である。光サーキュレータ14の

光が所定の値を越えたときは、前記励起光源の発振を停

第1のポート144に入射された光信号は、偏波ピーム スプリッタ20 A、ファラデー回転子20 B、水晶旋光 また、光サーキュレータ14の第2のポート14Bすな は、水晶旋光子20C、ファラデー回転子20Bおよび ブリズム20Dを経て第3のポート14Cとなる偏波ビ ポートの光サーキュレータ14は、第1のポートー第2 子200およびブリズム20Dを経て第2のボート14 **-ムスプリッタ20Aの出力端より出力される。この3** のボート間および第2のボート-第3のボート間は光ア Bとなる偏波ビームスブリッタ20Fより出力される。 わち偏彼ビームスプリッタ20Fに入射された光信号 イソレータとしての機能を持つものでる。

り空間中に放出された場合について、従来の1:99の光合 14を用いた場合の方が従来の1:99の光合分波器52を 用いた場合より100 倍程度大きな出力電流を受光器19 【0017】上記の光増幅器10において、光コネクタ | 5、| 6 が外れて+10dBmの光出力が光コネクタ|| 5 よ 分波器52を用いた場合と光サーキュレータ14を用い た場合の受光器 19の受光レベルの違いについて図3に 基づいて説明する。図3は、代表的なフォトダイオード からなる受光器19の出力電流特性で光サーキュレータ

**核損等の問題を解決することができる。なね、図1にお** [0018]以上説明したように、光サーキュレータ1 4 を用いることにより光合分波器と光アイソレータを削 れ、光部品にかかる経済的なコスト負担を減らすことが できる。また、光合分波器を用いることで生じていた分 **伎損、光合分波器に内包される過剰損失、および光合分 彼器と他の光部品や光ファイバを接続する際に生じる接** いて、30は励起光源12の制御回路である。この制御 回路30は、光サーキュレータ14の第2のポート14 Bに接続されている光ファイバ線路18の戻り光を受光 器19で検知してその値が所定の値を越えたときは励起 **減することができるので、光増偏器の構成が簡素化さ** 

クタ15の間に1:99の光合分波器41が配置されている 【0019】 (実権の形態2)図4に本発明の他の実施 の形態を示す。図4の光増偏器40および光増幅装置の れた3ポートの光サーキュレータ14の出力側と光コネ ことである。光合分波器41の出力側の分岐線41Aは 光コネクタ15に、分岐線41Bは光出力制御用の受光 もので、励起光頌12の出力を制御回路43を介して制 卸するようになっている。その他の構成は、実施の形態 特徴は、希土類添加光ファイバ11の光出力側に配置さ は、光増幅器40の光出力が一定になるように監視する 器42に接続されている。光出力制御用の受光器42

€

**特開平9-6444** 

一の光増幅器および光増幅装置と同様につき回様の部材 には同一符号を付して詳細な説明を省略する。 【発明の効果】以上述べたように、本発明の光増幅器お よび光増幅装置は、希土類添加光ファイバの信号光の出 力剛に3ポートの光サーキュレータを配置することによ って、光アインレータと光合波分波器を2個用いた場合 と同等の機能を実現したものである。その結果、1個分 の光部品の削減となりコストダウンとともに光合分波器 を用いることにより生じていた分岐損、光合分波器に内 包している過剰損失ねよび光合分波器と他の光部品や光 なる。また、光サーキュレータを用いることにより、従 戻り光が受光器に入射するので、受光駆度や量子効率が が可能であるとなるのでその分電気回路のコストダウン 来の光合波分波器を用いた場合に比較して、大きな反射 劣る受光器を用いても、所望の電気信号を取り出すこと ファイバを接続する際に生じる接続損等がその分少なく め可能となる。 19

[図面の簡単な説明]

【図1】本発明の光増幅器ねよび光増幅装置の一実施の 形骸を示す説明図である。 2

【図2】図1の光増幅器および光増幅装置に用いられる 光サーキュレータの説明図である。

より取り出すことができることがわかる。

【図3】図1の光増幅器および光増幅装置に用いられる 光サーキュレータと光合分波器を用いた場合の代表的な フォトダイオードからなる受光器の出力電流特性を示す 説明図である。 [図4] 本発明の光増幅器および光増幅装置の他の実施 の形態を示す説明図である。

【図5】従来の光増幅器ねよび光増幅装置の一例を示す 説明図である。 8

(符号の説明)

0 光増幅器

| 1 ・ 帝土類添加光ファイバ

2 励起光源

光顔12の発版を停止させるものである。

4 光サーキュレータ 光合分波器 က

14A 第1のポート 14B 第2のボート

15、18 光コネクタ 14C 第3のボート

8

7 人力倒光アインレータ

∞

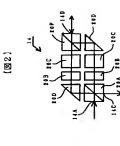
光ファイバ模路

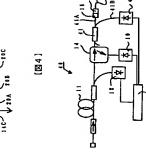
励起光源の制御回路 30 6

特開平9-64448

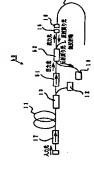
3

[图1]





(⊠3)



[图2]

ייי
-----

技術表示箇所

FI H04B 9/00

雄別配母 庁内整理番号

(31)Int.Cl.' H 0 4 B 10/08 10/17 10/16

ソロントページの結束

THIS PAGE BLANK (USPTO)